

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 7 月 21 日 (21.07.2005)

PCT

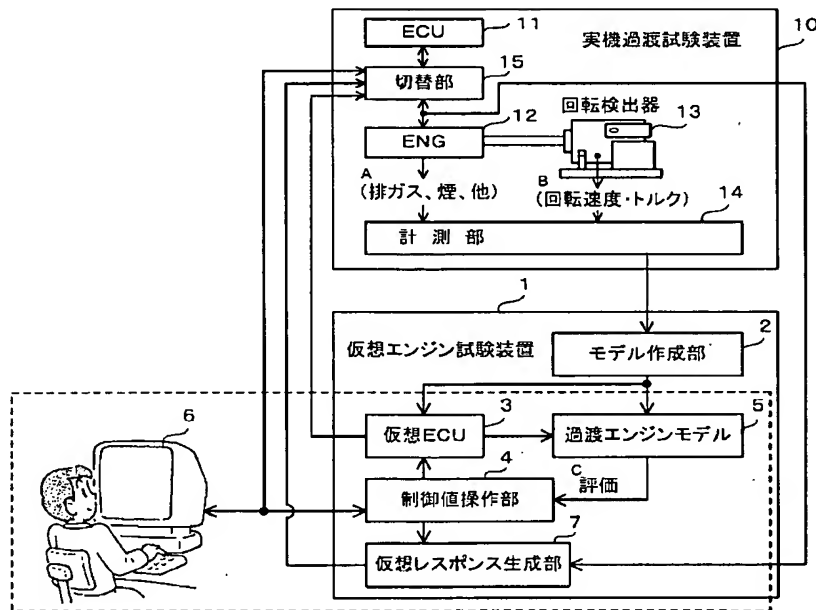
(10) 国際公開番号
WO 2005/066603 A1

- (51) 国際特許分類: G01M 15/00, G06F 19/00, F02D 45/00, 29/02 1918660 東京都東京都日野市日野台 3 丁目 1 番地 1 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/000133 (72) 発明者; および
- (22) 国際出願日: 2005 年 1 月 7 日 (07.01.2005) (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 浦野 保則 (URANO, Yasunori) [JP/JP]; 〒1918660 東京都日野市日野台 3 丁目 1 番地 1 日野自動車株式会社内 Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (74) 代理人: 井出 直孝, 外(IDE, Naotaka et al.); 〒1770051 東京都練馬区関町北二丁目 2 番 1 8 号 Tokyo (JP).
- (30) 優先権データ: 特願2004-004328 2004 年 1 月 9 日 (09.01.2004) JP (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日野自動車株式会社 (HINO MOTORS, LTD.) [JP/JP]; 〒

[続葉有]

(54) Title: ENGINE TRANSITION TEST INSTRUMENT AND METHOD

(54) 発明の名称: エンジンの過渡試験装置および方法



10 ACTUAL MACHINE TRANSITION TEST INSTRUMENT
15 SWITCHING UNIT
13 ROTATION DETECTOR
A (EXHAUST GAS, SMOKE, ETC.)
B (ROTATIONAL SPEED, TORQUE)
14 MEASUREMENT UNIT
1 VIRTUAL ENGINE TEST INSTRUMENT

2 MODEL CREATING UNIT
3 VIRTUAL ECU
5 TRANSITION ENGINE MODEL
4 CONTROL VALUE OPERATING UNIT
C EVALUATION
7 VIRTUAL RESPONSE CREATING UNIT

(57) Abstract: A transition test on an engine is conducted by simulation using a simulation model of the engine, and a transition test on an actual engine is conducted using the control value. In the actual engine transition test, alteration of the control value by an ECU is efficiently carried out thereby to shorten the time required for the actual machine transition test. For the unaltered control value, the output from the actual ECU is used as it is. The output about the other control value is masked. Only for the examined and altered control values, the output from a virtual ECU is used to conduct the transition test.

(57) 要約: エンジンの模擬モデルを使ってシミュレーションによりエンジンの過渡試験を行ない、その制御値を用いて実エンジンによる過渡試験を行なう。この実エンジンの過渡試験において、ECUの制御値変更を効率良く行い、実機で行う過渡試験時間を短縮する。変更を行っていない制御値については実ECUからの出力をそのまま用い、その他の制御値に

関する出力はマスクして、検討および変更を行った制御値についてののみ仮想ECUからの出力を用いて過渡試験を行う。

WO 2005/066603 A1



ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

エンジンの過渡試験装置および方法

技術分野

- [0001] 本発明は、エンジン(内燃機関)の過渡試験に用いる。本発明は、特にディーゼルエンジンの過渡特性性能を、要求される性能目標に適合化させるための過渡試験方法およびそのためのシステムに関する。本発明は、エンジン過渡性能目標を満足するエンジン制御システムを短時間に構築できるようにするためのものである。

背景技術

- [0002] エンジンの過渡特性は、回転速度やトルクが一定状態であるような定常状態でなく、時間によって変化する場合の特性をいう。例えば、加速中であるとか減速中であるとか、回転速度などが変化している状態でのエンジンの特性をいう。
- [0003] 従来のエンジンの過渡状態でのエンジンのトルク出力や排気ガスなどの出力特性測定は、実機を定常状態にしてそのエンジンの出力状態を測定し、その定常状態の出力データに何らかの重み付けをして過渡状態の特性に置き換えてエンジンの出力を推定するという手法で行われていた。
- [0004] しかし、定常状態でのエンジン特性の測定は、あるエンジンの制御因子(例えば燃料噴射量、燃料噴射タイミングなど)の制御値を変更したときは、定常状態になるまで所定時間(例えば3分)経過するのを待ってその状態の出力を測定するというように、一つの制御因子の制御値を変更して定常状態になって所定時間経過後に測定し、次にまた制御因子の制御値を変更して、測定を行うというように時間のかかるものであった。
- [0005] 実際の車両の走行では、エンジンは加速状態あるいは減速状態である時間の方が多く、定速状態で走行できることの方が少ない。このため、エンジンの過渡状態での特性を測定することが重要である。また、近年排気ガス規制の仕方が、いままでのエンジンの定常状態での排気ガスの値で規制するのではなく、エンジンの過渡状態での排気ガスの規制値で規制しようとする方向にある。したがって、エンジンについて、どの制御因子をどのように変更したらどのような過渡状態の排気ガスが得られるかと

いう過渡特性の測定が重要になった。

[0006] 上述したように、定常状態のエンジンの制御因子の変更に対してどのような出力が得られるかという定常特性の測定でも、制御因子が多くなり、特にECUによる電子制御によってエンジン制御に多数の制御因子が現れるようになったので、試験時間が長時間かかるようになった。例えば、EGR (Exhaust Gas Recirculation) バルブ制御であるとか、VGT (Variable Geometry Turbo) 制御などエンジン制御に関する種々の電子制御の要素が加わってくるようになった。過渡特性測定では、エンジンの回転速度やトルク自体が時系列的に変化する状態で、その出力データも当然時系列的に変動するデータとして現れるので、制御因子の数が多くなり、それらの制御因子一つ一つについてその制御値を変更しながら定常状態で測定しようとするれば、その試験時間は指数関数的に増大する。

[0007] そこで、仮想的にエンジンや車両の特性を模擬したシミュレーションを用いてエンジン制御等の評価を行うとする技術が提案されている(特許文献1参照)。

[0008] この技術は、シミュレータ内にエンジンを含む仮想的な車両モデルを車種ごとに作成しておき、車両モデルに種々の制御入力、例えばスロット開度であるとか、クランク角度などの制御因子の制御値を入力し、その入力された制御値に基づいて仮想的な車両モデルの出力として、エンジン回転速度とか車速とか排気ガス温度センサの値とかを推定しようとするものである。

特許文献1:特開平11-326135号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0009] 上述のように、実機で定常状態や過渡状態の特性を測定しようとするとは近年はエンジンの制御因子の数が多数になったため、試験データを得るにはどうしても長時間かかり、エンジン開発のネックとなっていた。

[0010] また、仮想のエンジンモデルを含む車両モデルをシミュレータに展開して、それを用いてエンジンの挙動を観察する手法は、エンジン開発の時間を短縮できる点で有用である。しかし、上述の公知文献では車両モデルの模擬モデルを作成することを目的とするもので、エンジンの過渡状態の現象について模擬モデルを生成してそれ

によりエンジンの過渡状態に要求される性能を評価するものではなかった。また、エンジンのそれぞれの制御因子の制御値を過渡状態に対応して変更してその結果を推定するには、操作性が悪い問題があった。

- [0011] 本発明は、このような背景に行われたものであって、エンジンの過渡試験の時間を短縮することができ、また、ECUの制御値変更を効率良く行うことができる過渡エンジン試験装置および方法を提供することを目的とする。これにより、本発明は、エンジン開発の時間を短縮することができる過渡エンジン試験装置および方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0012] 一般的に、エンジンの過渡試験を実施する場合に、まず、このエンジンの模擬モデルを使ってシミュレーションを実行する。すなわち、すなわち、エンジンの制御を行なうECU (Electronic Control Unit or Engine Control Unit) をエミュレートする仮想ECUに制御値を設定し、その制御値に基づいて模擬モデルに制御信号を供給する。そして、当該模擬モデルが目標性能を満足するような制御値が得られると、その制御値を実際のECUに設定し、実エンジンによる過渡試験を実施する。
- [0013] このようなシミュレーションでは、制御値全般にわたってベストモードの検討が行われる場合と、制御値の一部についてのみベストモードの検討が行われる場合とがある。特に、従来のエンジンに対し、新たな排ガス規制等による規制値をクリアするために改良を施す場合には、制御値の一部についてのみベストモードの検討が行われることがほとんどである。
- [0014] そこで本発明では、検討を行わず変更を行っていない制御値については実ECUからの出力をそのまま用い、検討を行い変更を行った制御値についてのみ仮想ECUからの出力を用いて実機の過渡試験を行う。
- [0015] すなわち、本発明の第一の観点によると、時間の経過に応じてエンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態をシミュレートする仮想エンジン試験手段と、実機エンジンおよびその実機エンジンを制御する実制御手段を用いて実際に過渡試験を行なう実機過渡試験手段とを備え、前記仮想エンジン試験手段は、前記実機エンジンを少なくとも1つの制御因子の値を変化させて運転することにより得られたデー

タに基づいて作成された過渡エンジンモデルによりエンジンの挙動をシミュレートするシミュレーション手段と、前記実制御手段をエミュレートし、前記シミュレーション手段にエンジン制御信号を与える仮想制御手段とを含み、前記実機過渡試験手段は、前記仮想制御手段から出力されるエンジン制御信号を前記実制御手段から出力されるエンジン制御信号の該当部分と切り替えて実機エンジンに供給する切り替え手段を含むことを特徴とするエンジンの過渡試験装置が提供される。

- [0016] 前記仮想エンジン試験手段は、前記仮想制御手段に前記制御因子に対する制御値を与えるとともに、前記シミュレーション手段のシミュレーション結果をオペレータの表示手段に表示させ、オペレータの操作に従って前記制御値を修正する制御値操作手段をさらに含むことができる。
- [0017] なお、実ECU(制御手段)はその制御プログラムが固定されており、エンジンの出力値に対してあらかじめ定められた制御マップを保持する。このため、制御値の一部を変更したことによりエンジンの出力値が変化すると、実ECUは制御マップの変更を行ってしまう。しかし、ここで行おうとしているシミュレーションの目的は、ひとつの制御マップの中における一部の制御値を変更することによるエンジンの出力値の変化を捉えたいのであるから、制御マップが変更されてはシミュレーションの目的を達成できない。そこで、実ECUに対しては、あたかもエンジンの出力値が変化していないような擬似的な出力値を与えておき、制御マップの変更を回避する必要がある。このためには、前記仮想制御手段から出力されるエンジン制御信号が前記実機エンジンに供給されることにより変化する前記実機エンジンの出力値をその変化が生じる前の値に補正して前記実制御手段にフィードバックする手段を備えることが望ましい。
- [0018] 本発明の第二の観点によると、時間の経過に応じてエンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態で少なくとも1つの制御因子の値を変化させて実機エンジンを運転することにより得られたデータに基づいて過渡エンジンモデルを作成する第一のステップと、実機エンジンを制御する実制御手段をエミュレートし、前記制御因子に対して設定された制御値に基づいてエンジン制御信号を生成して、前記過渡エンジンモデルを仮想エンジンとして動作させる第二のステップと、この第二のステップで生成されたエンジン制御信号を実制御手段から出力されるエンジン制御信号の該

当部分と切り替えて実機エンジンに供給する第三のステップとを含むことを特徴とするエンジンの過渡試験方法が提供される。

[0019] 前記制御値を変更して前記第二のステップを繰り返し、前記仮想エンジンの出力値が目的性能を満足するとき、前記第三のステップを実行することが望ましい。

[0020] 前記第二のステップで生成されたエンジン制御信号が前記実機エンジンに供給されることにより変化する前記実機エンジンの出力値をその変化が生じる前の値に補正して前記実制御手段にフィードバックすることが望ましい。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、シミュレーションによる検討を行なって最適な制御値を求めた後に実機エンジンの過渡試験を行なう際に、検討の対象となっていない制御因子については実ECUの出力を用い、検討の対象となっている制御因子についてはシミュレーションに用いた仮想ECUの出力をエンジン制御信号として用いる。これにより、過渡試験終了後に実ECUの制御値を書き換える際に、変更のあった部分の制御値だけを書き換えればよく、実ECUの制御ソフトウェアを効率よく作成することができる。

[0022] すなわち本発明では、定常状態の試験データを置き換えることなく、過渡状態のまま過渡試験を行うことができ、短時間で性能目標を満足するエンジンの制御値を取得できる。また、変更を行わない制御値については実ECUからの出力をそのまま用いることにより、ECUの制御値変更を効率良く行うことができる。本発明によりエンジン開発の時間を短くでき、製品開発の時間を短くできる。

[0023] また、仮想ECUの出力をエンジン制御信号として実機エンジンに供給する際に、擬似的なエンジン出力値を生成して実ECUに与えることにより、実ECUの制御マップの変更を回避させることにより、仮想ECUの制御値の変更によるエンジン出力値の変化を捉えることができ、ECUの改良あるいは開発に寄与することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本実施例のシステム構成を示す図。

[図2]本実施例の動作を示すフローチャート。

[図3]本実施例の切替部を説明するための図。

[図4]図2のフローチャートの追加ステップを示す図。

[図5]本実施例の過渡状態のデータ取得を説明するための図。

[図6]本実施例の実機過渡試験の実測値を示す図。

[図7]本実施例の仮想実測値と目標値とを示す図。

[図8]本実施例の現在の制御値と目標となる制御値とを示す図。

[図9]本実施例の制御値変更の手順を説明するための図。

[図10]本実施例の他の制御値の例を示す図。

符号の説明

- [0025] 1 仮想エンジン試験装置
2 モデル作成部
3 仮想ECU
4 制御値操作部
5 エンジンシミュレーション部
6 オペレータ端末
7 仮想レスポンス生成部
10 実機過渡試験装置
11 ECU
12 エンジン
13 回転検出器
14 計測部
15 切替部
SW1ーSW6 スイッチ

発明を実施するための最良の形態

- [0026] 図1は本発明を実施するエンジン過渡試験装置のブロック構成図である。このエンジン過渡試験装置は、時間の経過に応じてエンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態をシミュレートする仮想エンジン試験装置1と、実機エンジン12およびそれを制御するECU11を用いて実際に過渡試験を行なう実機過渡試験装置10とを備える。

- [0027] 仮想エンジン試験装置1は、実機エンジン12を少なくとも1つの制御因子の値を変

化させて運転することにより得られたデータに基づいて作成された過渡エンジンモデルによりエンジンの挙動をシミュレートするエンジンシミュレーション部5と、ECU11をエミュレートし、エンジンシミュレーション部5にエンジン制御信号を与える仮想ECU3と、仮想ECU3に制御因子に対する制御値を与えるとともに、エンジンシミュレーション部5のシミュレーション結果をオペレータ端末6に表示させ、オペレータの操作に従って制御値を修正する制御値操作部4を備える。

[0028] 実機過渡試験装置10は、エンジン12のクランクシャフトの回転速度およびトルクを検出する回転検出器13、回転検出器13から出力される回転速度およびエンジン12の排ガス、煙、その他(燃費等)を計測する計測部14を備え、さらに、仮想ECU3から出力されるエンジン制御信号をECU11から出力されるエンジン制御信号の該当部分と切り替えて実機エンジンに供給する切替部15を備える。

[0029] 仮想エンジン試験装置1はまた、エンジン12の過渡試験を行なって得られた試験結果、すなわち計測部14の出力、に基づいてエンジンシミュレーション部5の過渡エンジンモデルを更新するモデル作成部2と、仮想ECU3から出力されるエンジン制御信号がエンジン12に供給されることにより変化するエンジン12の出力値をその変化が生じる前の値に補正してECU11にフィードバックする仮想レスポンス生成部7を備える。

[0030] 仮想エンジン試験装置1と実機過渡試験装置10とは隣接して設ける必要はなく、例えば、LANを用いて実機過渡試験装置10と仮想エンジン試験装置1とを接続してもよい。さらに、仮想エンジン試験装置1とオペレータ端末6とを隣接して設ける必要はなく、これらもLANを用いて接続することができる。

[0031] 図2はエンジンの過渡試験の基本的な制御フローを示す。

[0032] エンジンの過渡試験を行なうためには、まず、実機過渡試験装置10において、時間の経過に応じてエンジン12の回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態で少なくとも1つの制御因子の値を変化させてエンジン12を運転し(S1)、計測部12によりそのデータを取得する(S2)。このデータを用いてモデル作成部2において過渡エンジンモデルを作成し(S4)、この過渡エンジンモデルを仮想エンジンとしてシミュレーションを実行する。

- [0033] このシミュレーションにおいては、モデル作成部2で作成した過渡エンジンモデルをエンジンシミュレーション部5に格納し、制御値操作部4は、この過渡エンジンモデルからなる仮想エンジンを動作させるための制御因子に対する制御値を仮想ECU3に設定する(S5)とともに、それをオペレータ端末6に表示する。仮想ECU3は、エンジン12を制御するECU11をエミュレートし、制御値操作部4により設定された制御値に基づいて、エンジンシミュレーション部5の仮想エンジンにエンジン制御信号を与え、シミュレーションを実行する(S6)。制御値操作部4はシミュレーション結果をオペレータ端末6に表示し、オペレータはこの表示を見て、性能目標が満足されたか否かを判断する(S7)。性能目標が満足されていない場合には、制御値操作部4においてオペレータ端末6からの制御値の修正を受け付け(S5)、シミュレーションを繰り返す(S6)。以上の処理をシミュレーション結果が性能目標を満足するまで繰り返す。
- [0034] 性能目標を満足する結果が得られると、仮想ECU3から出力されるエンジン制御信号をECU11から出力されるエンジン制御信号の該当部分と切り替えてエンジン12に供給し(S8)、実機による過渡試験を行なう(S1)。計測部14によりそのデータを取得し(S2)、要求される過渡性能目標が実際に満足されるかを確認する(S3)。満足された場合には、その制御値を用いて、ECU11の制御値を変更する(S9)。満足されなかった場合には、モデル作成部2において過渡エンジンモデルを更新し(S4)、シミュレーションを繰り返す。
- [0035] ここで問題となるのは、ECU11の制御プログラムは要求される過渡性能目標が実際に満足されることが確認されるまで固定されており、エンジン12の出力値に対してあらかじめ定められた制御マップを保持していることである。制御値の一部を変更したことによりエンジン12の出力値が変化すると、ECU11は制御マップの変更を行ってしまう。一方、ここで行おうとしているシミュレーションの目的は、ひとつの制御マップの中における一部の制御値を変更することによるエンジンの出力値の変化を捉えたいのであるから、制御マップが変更されてはシミュレーションの目的を達成できない。
- [0036] そこで、ECU11に対しては、あたかもエンジン12の出力値が変化していないような擬似的な出力値を与えておき、制御マップの変更を回避することが望ましい。図1に

示す実施例では、仮想エンジン試験装置1内に仮想レスポンス生成部7を備え、仮想ECU3から出力されるエンジン制御信号をエンジン12に与えることにより変化するエンジン12の出力値を、当該変化が生じる以前の出力値に補正してECU11に与える。

[0037] 図3は仮想レスポンス生成部7の出力をECU11に与えるための構成を含む切替部15の構成例を示し、図4は仮想レスポンス生成部7の出力をECU11に与える場合の追加ステップを示す。

[0038] すなわち、図2を参照して説明したステップS8に続き、エンジン出力値に変化がある場合(S10)には、仮想レスポンス生成部7により出力値の当該変化を補正して、あたかもエンジン12の出力値に変化を生じていないような擬似的な出力値をECU11に与える(S11)。

[0039] 図3に示した切替部15は、ECU11、エンジン12、仮想ECU3、仮想レスポンス生成部7およびオペレータ端末6に接続され、スイッチSW1〜SW6を備える。スイッチSW1〜SW3は、それぞれ仮想ECU3およびECU11とエンジン12との接続関係を個々の制御値または出力値毎に切り替える。また、スイッチSW4〜SW6は、それぞれ仮想レスポンス生成部7およびECU11とエンジン12との接続関係を個々の出力値毎に切り替える。

[0040] 図3の例では6個のスイッチSW1〜SW6を設けたが、スイッチの数は、制御値または出力値の数によって適宜変更する。制御値は、例えば、EGR制御値、VGT制御値である。また、出力値は、ECU11がエンジン12から直接取得可能な各センサの出力値であり、例えば、水温、エア圧、ブースト圧を表示する出力値である。

[0041] 例えば、EGR値の変更を行い、これによるエンジン12の出力値の変化を調べるとする。このとき、仮想ECU3は、スイッチSW1を介してエンジン12にEGR値を与えるとする。オペレータは、オペレータ端末6によりスイッチSW1を仮想ECU3側に切り替えると共に、スイッチSW4〜SW6を仮想レスポンス生成部7側に切り替える。

[0042] これにより、仮想ECU3からエンジン12に対し、変更されたEGR値が与えられる。これによって、エンジン12の出力値としての水温、エア圧、ブースト圧などに変化が現れる場合がある。このときには、仮想レスポンス生成部7が当該変化を補正し、あた

かも当該変化が生じていないような出力値をスイッチSW4〜SW6を介してECU11に与える。これによりECU11は、エンジン12の出力値の変化を認識することができず、よって、制御マップも変更しない。したがって、従来の制御マップの一部の制御値を変更した場合のシミュレーション結果を得ることができる。

- [0043] 図5を参照して過渡状態における実機エンジンからのデータ取得例を簡単に説明する。図5に示すように、回転速度(一点鎖線)、トルク(実線)が秒単位で変化する過渡運転を実施する。このときECU11の制御因子は、破線のようにエンジン12に与えられる。これらの回転速度、トルク、制御因子をそれぞれ記録して表示したものが図5に示すグラフである。また、制御因子の変化と回転速度、トルクの変化との間に遅延がある場合には、これを補正して記録表示することができる。これにより、制御因子の変化に対応する回転速度、トルクの変化を明示することができる。
- [0044] 具体的な例として、設定を変更する制御因子としてEGRおよびVGT、性能目標の指標として一時間当たりのNO_xのグラム数(g/h)および一秒当たりの煙のグラム数(g/s)を想定する。図6にそれらの関係を示す。ECU11にEGR制御値およびVGT制御値を設定し、それらの制御値にしたがってエンジン12を制御し、回転検出器13により回転速度およびトルクを測定してそのデータを計測部14に取り込むとともに、計測部14により、エンジン12から排出されるNO_xおよび煙を計測する。この計測結果に基づいてモデル作成部2によりモデル作成を行い、エンジンシミュレーション部5に格納して、上述の手順によるシミュレーションを開始する。
- [0045] ここで、設定を変更すべき制御値は、ECU11が制御しようとするすべての制御因子に関する制御値ではなく、一部の制御因子に対する制御値、あるいは時系列に変化する制御値の一部の制御値である。
- [0046] 一部の制御値を設定変更する場合、他の制御因子の制御値は元のままである。そこで、ECU11から出力されるエンジン制御信号のうちEGR制御およびVGT制御に関する制御信号についてマスクし、これに代わり、仮想ECU3から出力されるエンジン制御信号をエンジン12に与える。
- [0047] 仮想ECU3に設定される制御値を修正するには、オペレータ端末6上にグラフ表示された制御値をオペレータがマウスによりドラッグ操作する。このときの操作状況がオ

オペレータ端末6から制御値操作部4に通知され、制御値操作部4が新たな制御値を求めてオペレータ端末6に表示する。これにより、視覚的にグラフ形状の変化を確認しながら制御値を変更することができる。

- [0048] シミュレーションの目標値をシミュレーション結果と並列に表示させることもできる。その例を図7に示す。この例では、NO_xおよび煙のシミュレーション結果(仮想実測値)を実線で示し、その目標値を破線で示している。オペレータは、この仮想実測値と目標値との差が許容範囲内かどうかを判断し、許容範囲外の際には、仮想実測値が目標値に近づくように制御値を修正する。
- [0049] 制御値の修正に関しても、修正前の値と修正後の値を並列表示することが望ましい。図8に、修正前の制御値を実線で示し、修正後の制御値を破線で示した例を示す。
- [0050] 図9は制御値の修正操作の一例を示す。まず、図9(a)に示す現在の制御値のグラフに対し、変更を行う範囲を画面の横軸方向に指定する。この範囲指定は、図9(b)に示すように、マウス操作によって画面上のポイントを横軸方向にドラッグさせることにより行う。続いて、変更を行う増減幅を画面の縦軸方向に指定する。この増減幅指定は、図9(c)に示すように、マウス操作によって画面上のポイントを縦軸方向にドラッグさせることにより行う。
- [0051] グラフ形状の変化による制御値の修正だけでなく、オペレータ端末6から直接制御値を入力して修正することもできる。
- [0052] このようにして変更された制御値は、再び仮想ECU3に与えられ、エンジンシミュレーション部5によるシミュレーションが実行される。
- [0053] 以上の説明では、制御因子の例としてEGR制御値およびVGT制御値を挙げて説明したが、その他の制御因子についても同様に説明することができる。例えば、図10に示すような、図7に示したNO_xおよび煙の過渡状態に対応する燃料噴射量の制御値を用いることもできる。
- [0054] 以上説明したように、本発明によれば、定常状態の試験データを置き換えることなく、過渡状態のまま過渡試験を行うことができ、短時間で性能目標を満足するエンジンの制御値を取得できる。また、変更を行わない制御値については実ECUからの出力

をそのまま用いることにより、ECUの制御値変更を効率良く行うことができる。本発明によりエンジン開発の時間を短くでき、製品開発の時間を短くできる。

産業上の利用可能性

- [0055] 上述した実施例における仮想エンジン試験装置1、特にその仮想ECU3、制御値操作部4、エンジンシミュレーション部5および仮想レスポンス生成部7については、汎用の情報処理装置を用いて実施することができる。本発明は、汎用の情報処理装置にインストールして上記各部を実現するコンピュータプログラムとして実施することができ、さらに、そのようなコンピュータプログラムが記録された情報処理装置読み取り可能な記録媒体として実施することができる。

請求の範囲

- [1] 時間の経過に応じてエンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態をシミュレートする仮想エンジン試験手段と、
実機エンジンおよびその実機エンジンを制御する実制御手段を用いて実際に過渡試験を行なう実機過渡試験手段と
を備え、
前記仮想エンジン試験手段は、
前記実機エンジンを少なくとも1つの制御因子の値を変化させて運転することにより得られたデータに基づいて作成された過渡エンジンモデルによりエンジンの挙動をシミュレートするシミュレーション手段と、
前記実制御手段をエミュレートし、前記シミュレーション手段にエンジン制御信号を与える仮想制御手段と
を含み、
前記実機過渡試験手段は、前記仮想制御手段から出力されるエンジン制御信号を前記実制御手段から出力されるエンジン制御信号の該当部分と切り替えて実機エンジンに供給する切り替え手段を含む
ことを特徴とするエンジンの過渡試験装置。
- [2] 前記仮想エンジン試験手段は、前記仮想制御手段に前記制御因子に対する制御値を与えるとともに、前記シミュレーション手段のシミュレーション結果をオペレータの表示手段に表示させ、オペレータの操作に従って前記制御値を修正する制御値操作手段をさらに含む請求項1記載のエンジンの過渡試験装置。
- [3] 前記実制御手段は前記実機エンジンの出力値を参照してフィードバック制御を行なう構成であり、
前記仮想制御手段から出力されるエンジン制御信号が前記実機エンジンに供給されることにより変化する前記実機エンジンの出力値をその変化が生じる前の値に補正して前記実制御手段にフィードバックする手段を備えた
請求項1記載のエンジンの過渡試験装置。
- [4] 時間の経過に応じてエンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態で少

なくとも1つの制御因子の値を変化させて実機エンジンを運転することにより得られたデータに基づいて過渡エンジンモデルを作成する第一のステップと、

実機エンジンを制御する実制御手段をエミュレートし、前記制御因子に対して設定された制御値に基づいてエンジン制御信号を生成して、前記過渡エンジンモデルを仮想エンジンとして動作させる第二のステップと、

この第二のステップで生成されたエンジン制御信号を実制御手段から出力されるエンジン制御信号の該当部分と切り替えて実機エンジンに供給する第三のステップとを含むことを特徴とするエンジンの過渡試験方法。

- [5] 前記制御値を変更して前記第二のステップを繰り返し、前記仮想エンジンの出力値が目的性能を満足するとき、前記第三のステップを実行する請求項4記載のエンジンの過渡試験方法。

- [6] 前記第二のステップで生成されたエンジン制御信号が前記実機エンジンに供給されることにより変化する前記実機エンジンの出力値をその変化が生じる前の値に補正して前記実制御手段にフィードバックする
請求項4記載のエンジンの過渡試験方法。

- [7] 情報処理装置にインストールすることにより
時間の経過に応じてエンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態で少なくとも1つの制御因子の値を変化させて実機エンジンを運転することにより得られたデータに基づいて過渡エンジンモデルを作成する第一の手段と、

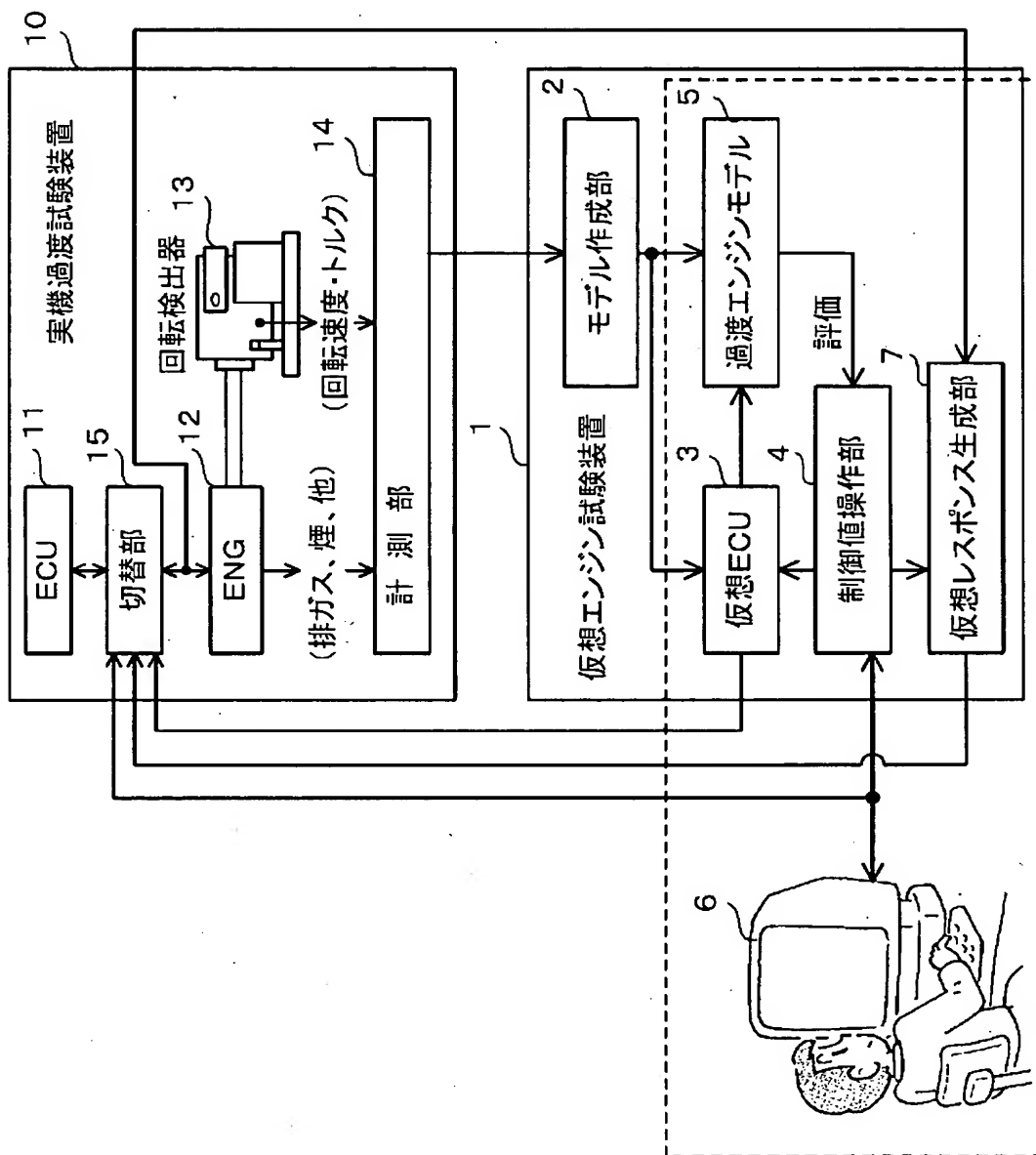
実機エンジンを制御する実制御手段をエミュレートし、前記制御因子に対して設定された制御値に基づいてエンジン制御信号を生成して、前記過渡エンジンモデルを仮想エンジンとして動作させる第二の手段と、

この第二の手段で生成されたエンジン制御信号を実制御手段から出力されるエンジン制御信号の該当部分と切り替えて実機エンジンに供給する第三の手段と

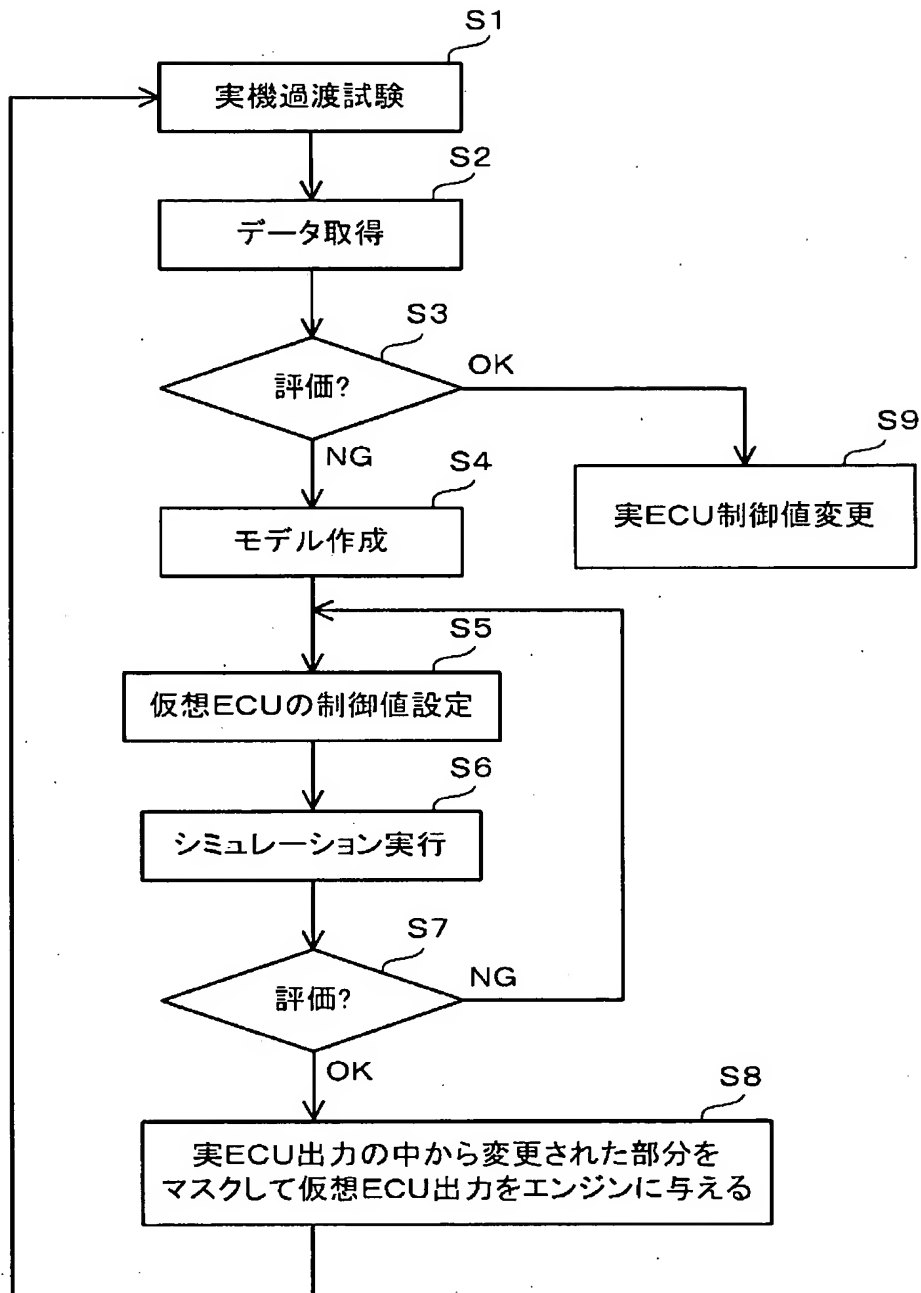
を実現させることを特徴とするコンピュータプログラム。

- [8] 請求項7記載のプログラムが記録された情報処理装置読み取り可能な記録媒体。

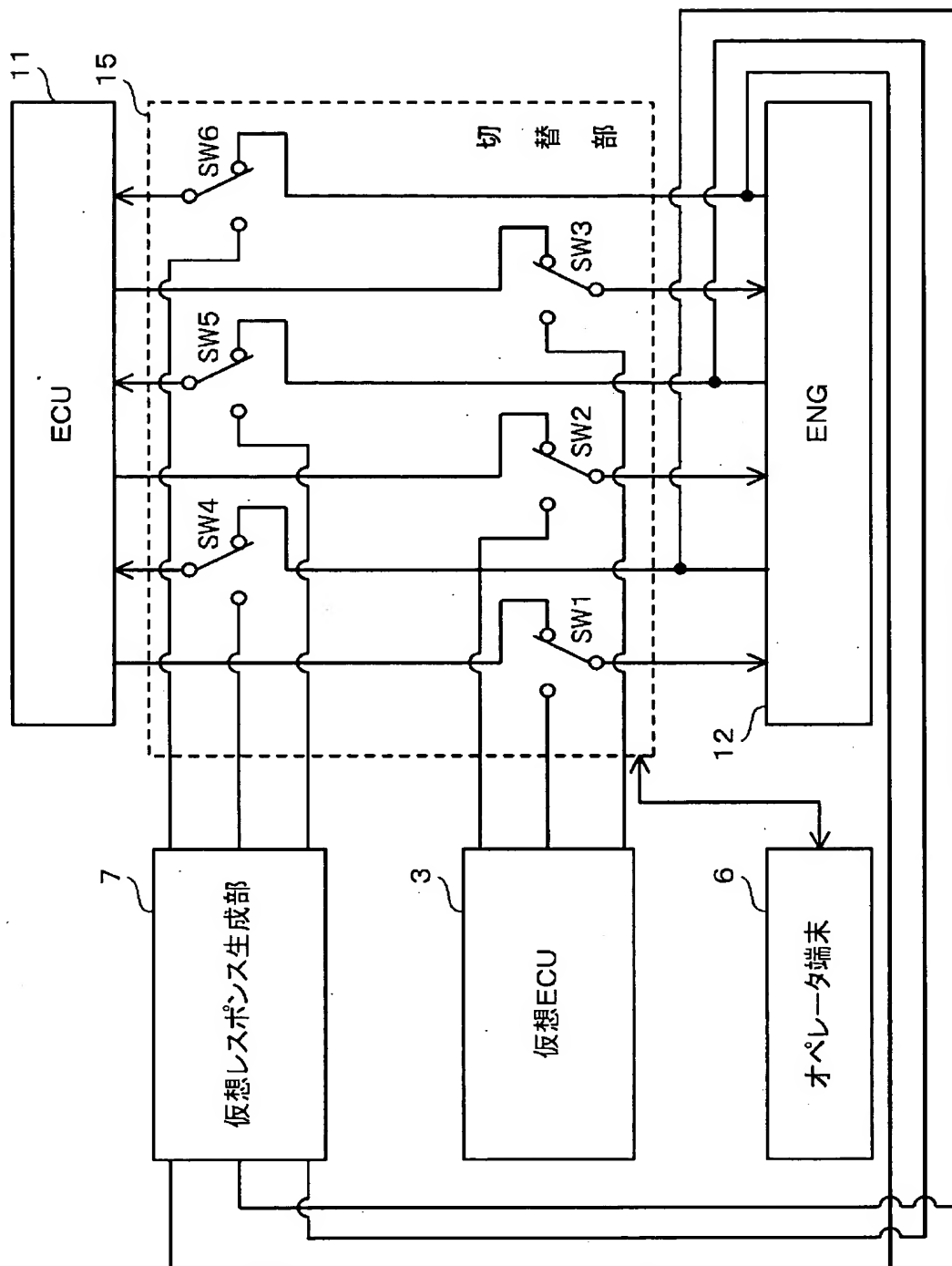
[図1]



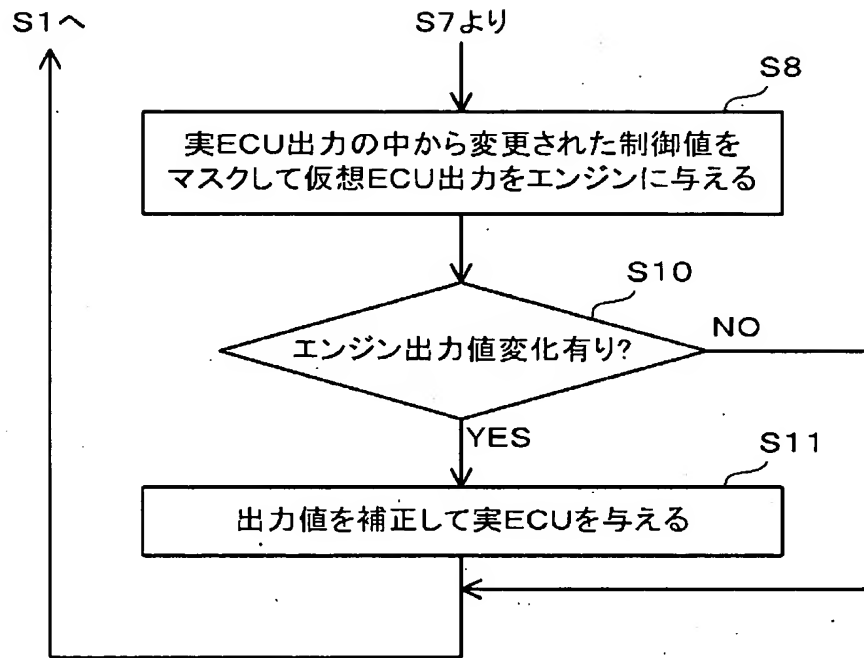
[図2]



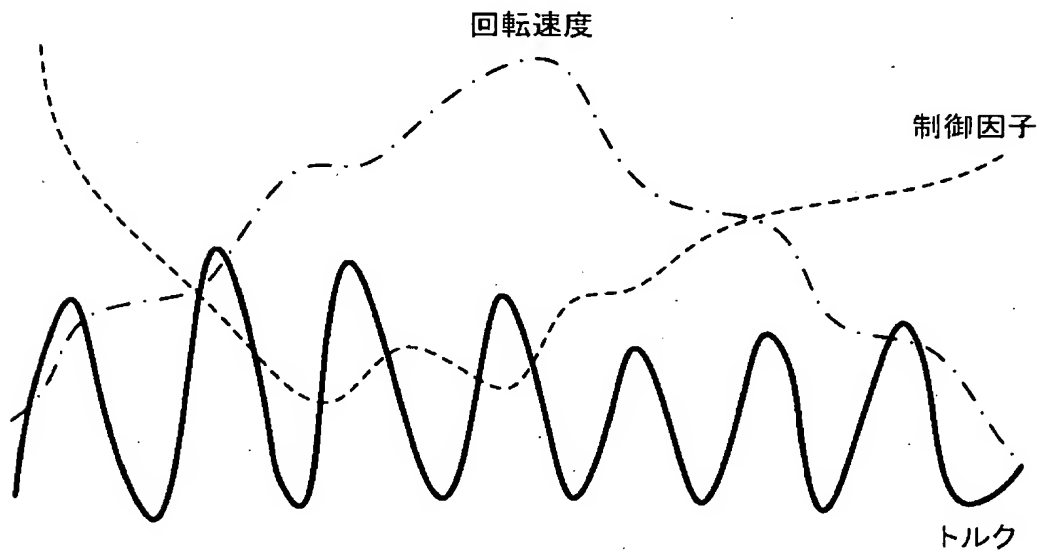
[図3]



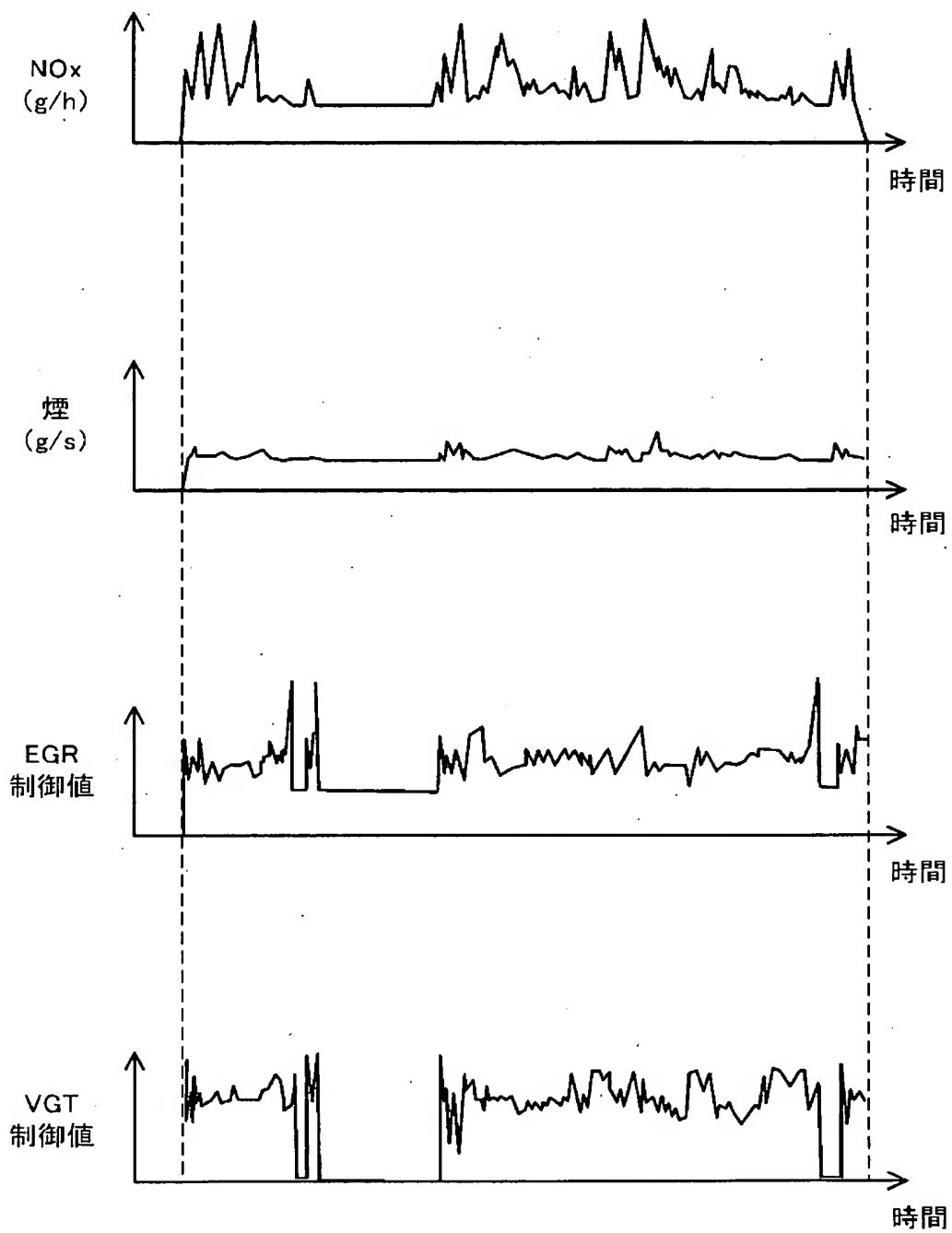
[図4]



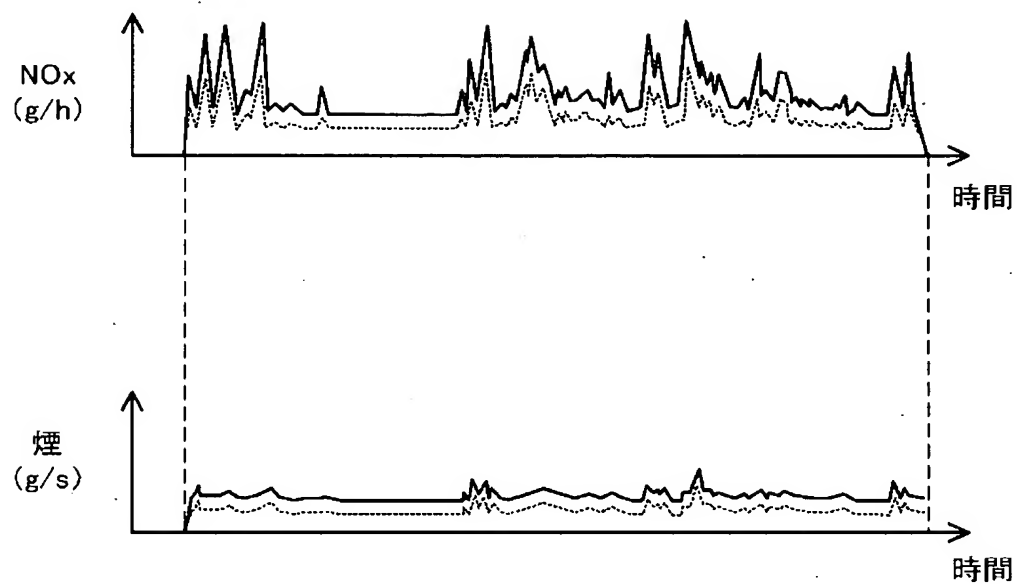
[図5]



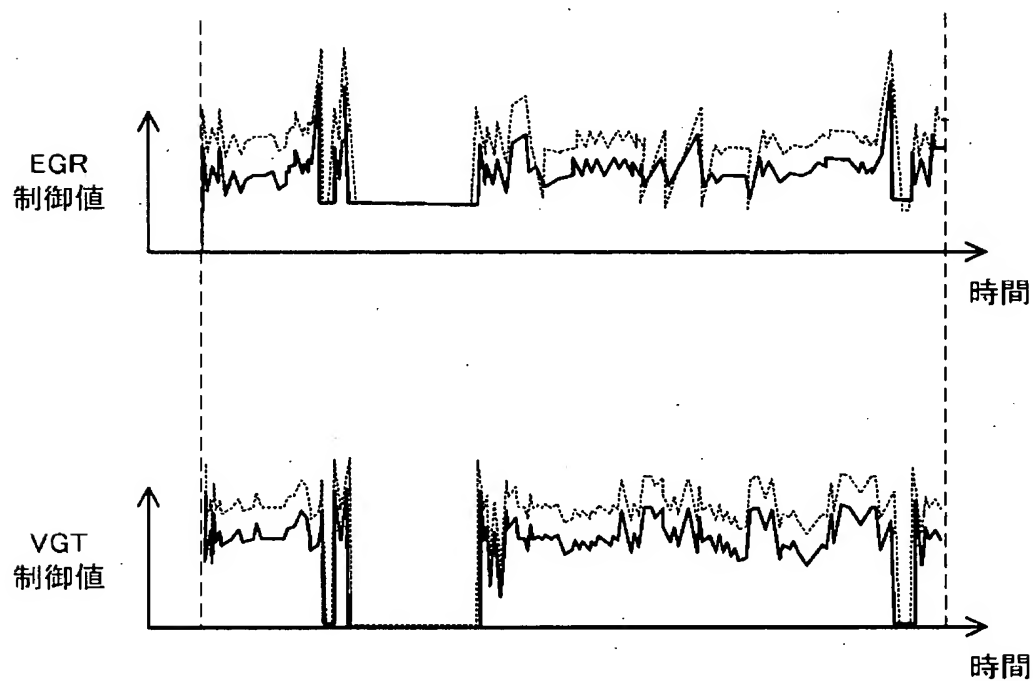
[図6]



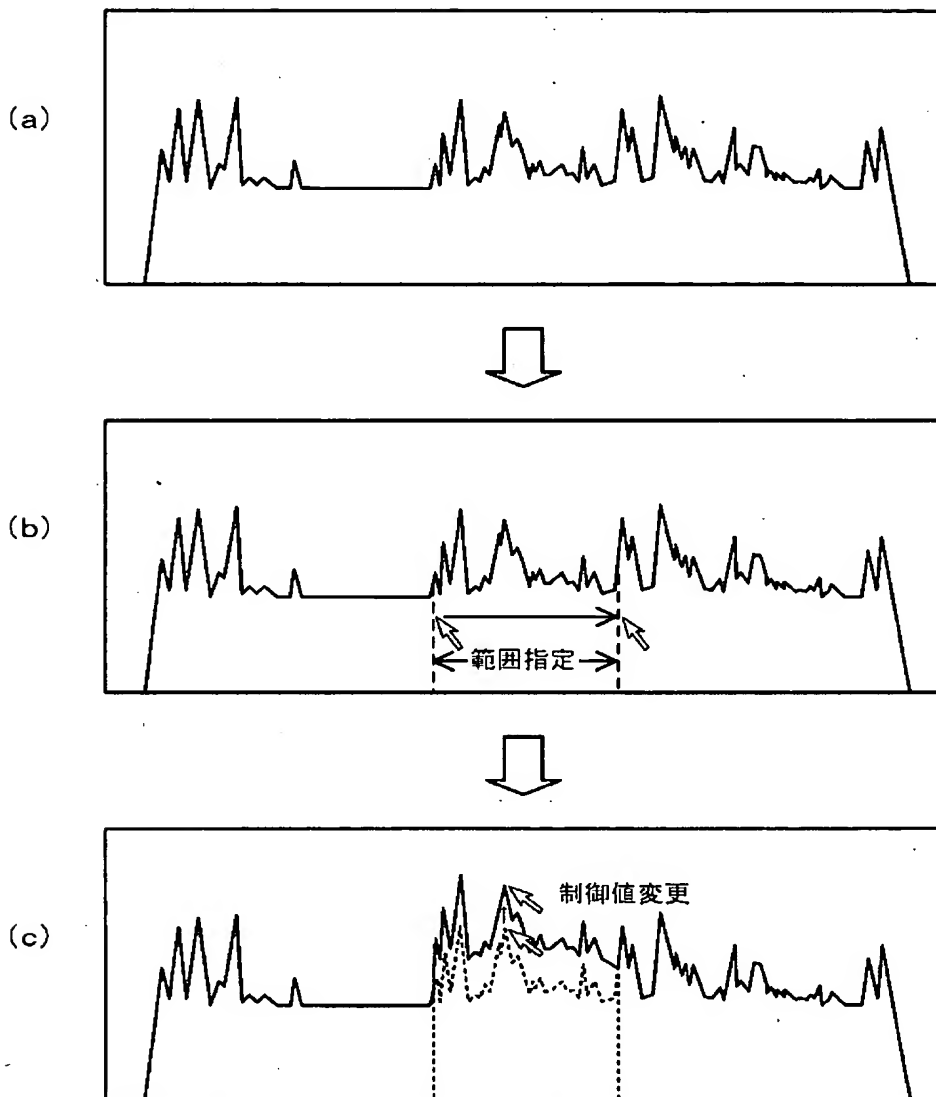
[図7]



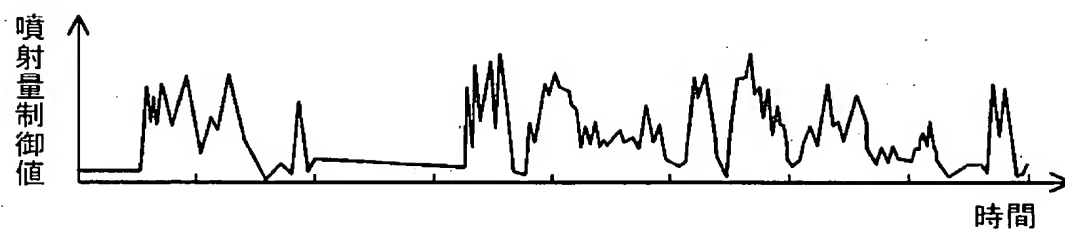
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000133

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G01M15/00, G06F19/00, F02D45/00, F02D29/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G01M15/00, G06F19/00, F02D45/00, F02D29/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2803364 B (Denso Corp.), 17 July, 1998 (17.07.98), Claim 1; column 6, line 30 to column 7, line 8 & WO 91-10057 A1 & US 5313395 A & EP 474871 A1	1, 3, 4, 6 5, 7, 8 2
Y A	JP 2003-108614 A (Mazda Motor Corp.), 11 April, 2003 (11.04.03), Par. Nos. [0047] to [0049], [0133] to [0135]; Fig. 24 (Family: none)	5 2, 7-8
Y	JP 2002-304438 A (Denso Corp.), 18 October, 2002 (18.10.02), Par. Nos. [0005] to [0006]; Figs. 10 to 11 & US 2002/147612 A1 & EP 1248191 A2	7-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 April, 2005 (18.04.05)

Date of mailing of the international search report
10 May, 2005 (10.05.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))										
Int.Cl. ⁷ G 0 1 M 1 5 / 0 0 , G 0 6 F 1 9 / 0 0 , F 0 2 D 4 5 / 0 0 , F 0 2 D 2 9 / 0 2										
B. 調査を行った分野										
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))										
Int.Cl. ⁷ G 0 1 M 1 5 / 0 0 , G 0 6 F 1 9 / 0 0 , F 0 2 D 4 5 / 0 0 , F 0 2 D 2 9 / 0 2										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの										
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2005年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2005年	日本国実用新案登録公報	1996-2005年	日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2005年									
日本国実用新案登録公報	1996-2005年									
日本国登録実用新案公報	1994-2005年									
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号								
X	J P 2 8 0 3 3 6 4 B (株式会社デンソー)	1, 3, 4, 6								
Y	1998. 07. 17, 請求項1, 第6欄第30行-第7欄第8行,	5, 7, 8								
A	&WO 91-10057 A1 &US 5313395 A &EP 474871 A1	2								
Y	J P 2 0 0 3 - 1 0 8 6 1 4 A (マツダ株式会社)	5								
A	2003. 04. 11, 段落0047-0049, 段落0133-0135、及び第24図 (ファミリーなし)	2, 7-8								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 </td> <td> の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献						
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 18. 04. 2005	国際調査報告の発送日 10.05.2005									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 小山 茂 電話番号 03-3581-1101 内線 3250	2 J 7519								

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-304438 A (株式会社デンソー) 2002. 10. 18, 段落0005-0006、及び第10-11図 &US 2002/147612 A1 &EP 1248191 A2	7-8